

1. 研究目的

最近、従来のTiC系サーメット工具に対し、TiN等の窒化物やTaCの添加により耐酸化性や靱性を増したサーメット工具が市販され、超硬工具と同様の切削領域に使用されてきている。しかし、複合焼結合金であるサーメット工具は焼結後の組織が超硬工具と異なり複雑になり易く、又バインダー金属も複数を混入されるため工具摩耗の原因をより困難にしているものと考えられる。

そこで本研究ではサーメット工具の基礎実験として、Niバインダーを使用したTiC系サーメット工具にTiNを添加し、工具摩耗に及ぼすTiN量の影響を静的拡散実験と動的切削実験より明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

(2-1) 静的拡散実験

拡散実験は自作の縦型電気炉を用いて、Arガスを通気し不活性雰囲気で行った。実験を行うに当たって、拡散対は、それぞれダイヤモンド砥石、サンドペーパー(#600~#1200)で研磨した後、保持具で圧着(7.35Nm)させ、表1に示す条件で行った。実験終了後、拡散対をダイヤモンドカッターで切断し、切断面をダイヤモンドペーストで鏡面仕上げをした。この拡散対断面をEPMA、SEMを用いて元素分析、組織観察を行った。

(2-2) 動的切削実験

切削実験は長手三次元切削で表2に示す条件で行った。実験終了後、工具摩耗の各部を工具顕微鏡等で測定し比摩耗量を求めた。刃先の摩耗状態はSEMで観察した。

3. 結果及び考察

(3-1) 工具硬度に及ぼすTiN添加量の影響

図1にNiバインダー量10%、15%工具のTiN量と硬度値の関係を示す。図よりNi量の少ない方が硬度値は高い。これはNiバインダー量が少ない分、TiC、Mo₂Cのような高硬度成分が増すためである。また、両工具ともTiN添加量が10%の時、硬度値は一番低くなる。サーメット工具にTiNを10~20%添加すると工具の主成分であるTiC粒子の周辺に形成する中間相の発達と炭化物粒子の成長が抑制され、特に20%になると結合相中へMoの固溶量が増加し合金鋼のような組織になるためであると思われる。

(3-2) 拡散実験

図2に被削材側への拡散移動したNi元素の拡散幅と

炉中温度 (K)	炉中保持時間(時間)	拡散対	
		工具材質 (Wt%)	被削材材質
1173	2	1)80TiC-10Mo ₂ C-10Ni	S45C
		2)70TiC-10TiN-10Mo ₂ C-10Ni	
1273		3)60TiC-20TiN-10Mo ₂ C-10Ni	
		4)75TiC-10Mo ₂ C-15Ni	
1373		5)85TiC-10TiN-10Mo ₂ C-15Ni	
		6)55TiC-20TiN-10Mo ₂ C-15Ni	

表1. 拡散実験の実験条件

工具材質	表1と同じ	工具形状	SNMN432
被削材材質	S45C	切削速度	70, 100
切削時間	30min		150m/min
切込み量	1mm	送り	0.16mm/rev

表2. 切削条件

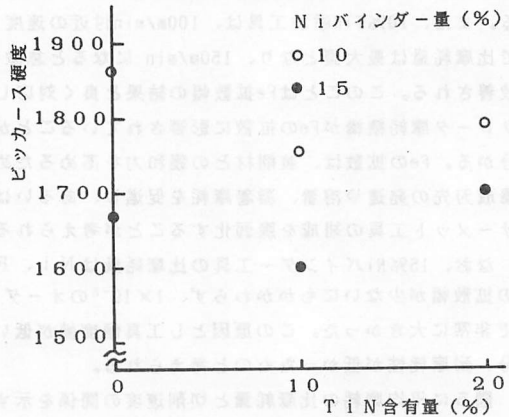


図1. TiN含有量と工具硬度値の関係

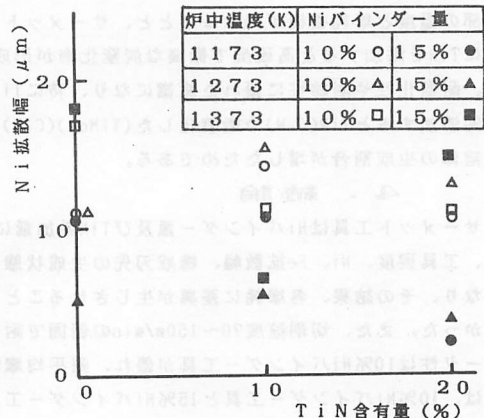


図2. TiN含有量とNi拡散幅との関係

TiN量の関係を示す。

図より、15%Niバインダー工具は10%Niバインダー工具よりNi拡散幅は全体的に低い。また、拡散幅の温度依存性やTiN量の影響に一定傾向は見られない。

図3にサーメット工具中に拡散移動したFe拡散幅とTiN量との関係を示す。

図より、10%Niバインダー工具より15%Niバインダー工具の方がFe拡散幅は少ない。また、Niの拡散幅同様に温度依存性は見られない。これは、工具-被削材間の拡散機構が粒界拡散が主であることから、Niバインダー量が多くなると、その分、 Mo_2C+Ni 相(バインダー相)が多くなり、Feの拡散は粒内拡散が主となり、Niの拡散はしにくくなったものと思われる。

(3-3) 切削実験

図4に10%Niバインダー工具を用いた時の、クレータ摩耗の比摩耗量と切削速度の関係を示す。

図より0%TiN添加工具は切削速度に関係なく比摩耗量は一定値を示し、工具摩耗が一番少ないことが分かる。また、10%TiN添加工具は、100m/min付近の速度で比摩耗量は最大値となり、150m/minになると急激に改善される。このことはFe拡散幅の結果と良く対応しクレータ摩耗機構がFeの拡散に影響されていることが分かる。Feの拡散は、被削材との親和力を高めるため、構成刃先の発達や溶着、凝着摩耗を促進し、あるいは、サーメット工具の組成を脆弱化することが考えられる。

なお、15%Niバインダー工具の比摩耗量はNi、Feの拡散幅が少ないにもかかわらず、 1×10^{-8} のオーダーで非常に大きかった。この原因として工具硬度値が低い分、耐摩耗性が低かったものと考えられる。

図5に平均摩耗の比摩耗量と切削速度の関係を示す。図よりクレータ摩耗とは異なり、TiN添加量が増すと耐平均摩耗性は向上する傾向が見られる。これは、各摩耗部の温度と摩耗機構が異なることと、サーメット工具にTiNを添加すると高硬度で微細な炭窒化物が形成され、耐酸化性や耐熱性に優れた組織になり、特にTiNを20%添加するとTiN(C,N)や微細化した $(TiMo_2)(C,N)$ の固溶体の生成割合が増したためである。

4. 結 論

サーメット工具はNiバインダー量及びTiN添加量により、工具硬度、Ni、Fe拡散幅、構成刃先の生成状態が異なり、その結果、各摩耗に差異が生じさせることが分かった。また、切削速度70~150m/minの範囲で耐クレータ性は10%Niバインダー工具が優れ、耐平均摩耗性は、10%Niバインダー工具と15%Niバインダー工具の20%TiN添加工具が優れていることが分かった。

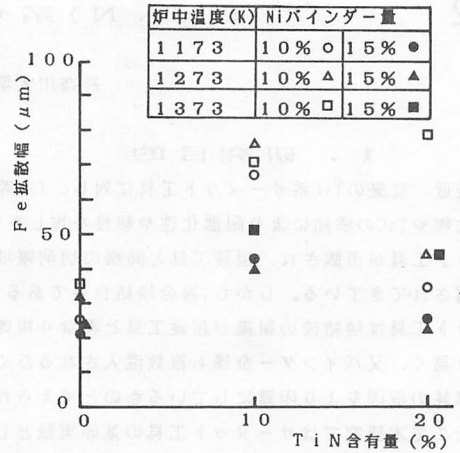


図3. TiN含有量とFe拡散幅との関係

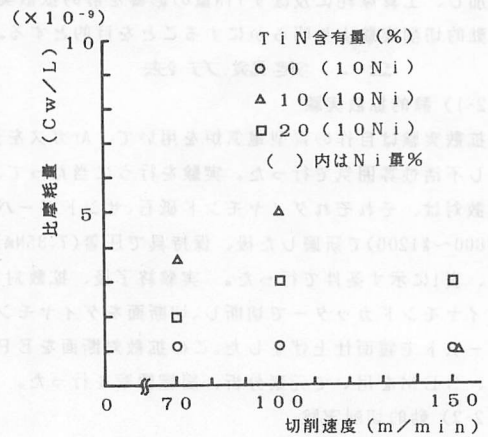


図4. 比摩耗量(Cw/L)と切削速度の関係

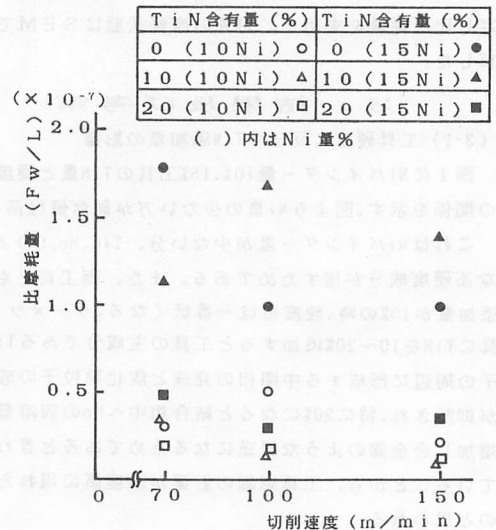


図5. 比摩耗量(Fw/L)と切削速度の関係